

특1998-080359

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl.
H01L 21/027

(11) 공개번호 특1998-080359
(43) 공개일자 1998년11월25일

(21) 출원번호	특1998-009008
(22) 출원일자	1998년03월17일
(30) 우선권주장	97-83243 1997년03월17일 일본(JP) 97-96450 1997년03월31일 일본(JP)
(71) 출원인	가부시끼가이샤 니콘 요시다 쇼이찌로
(72) 발명자	일본 도오코도 지요다꾸 마루노우찌 3초메 2방 3고 마찌노우찌 스스무 일본 도오코도 지요다꾸 마루노우찌 3초메 2방 3고 가부시끼가이샤 니콘 지 테끼자이삼부 나이 다카하시 마사토 일본 도오코도 지요다꾸 마루노우찌 3초메 2방 3고 가부시끼가이샤 니콘 지 테끼자이삼부 나이
(74) 대리인	박해선, 조영원

심사청구 : 없음

(54) 노광장치 및 노광방법

요약

본 발명은 마스크에 형성된 패턴을 감응기관 상에 노광하는 노광장치로, 마스크 상의 패턴을 감응기관 상에 투영하는 투영광학계를 갖는 본체와, 상기 본체에 대하여 이동가능하고 또한 상기 마스크를 탑재하도록 구성된 제 1 스테이지와, 상기 본체에 대하여 이동가능하고 또한 상기 감응기관을 탑재하도록 구성된 제 2 스테이지와, 상기 감응기관을 또는 감응기관의 위치를 직접적으로 계속하는 계속수단과, 상기 본체의 진동을 계속하는 진동센서와, 상기 진동센서의 계속치와 상기 계속수단의 계속치에 근거하여, 상기 마스크 또는 감응기관의 위치를 제어하는 위치제어장치를 갖는 노광장치를 개시한다.

도면

도 1

발명자

도면의 간단한 설명

도 1 은 본 발명의 일 실시예에 관련되는 주사형 노광장치의 개략구성을 나타낸 도면이다.
도 2 는 도 1 장치의 스테이지 제어계의 구성을 나타낸 블록도이다.
도 3 은 본 발명에 따른 다른 실시예에 관련되는 투영 노광장치를 나타낸 개략 사시도이다.
도 4 는 도 3 에 나타낸 노광장치 본체에 대한 진동제어계의 구성을 나타낸 도면이다.
도 5 는 도 4 의 각 부의 상세한 구성을 나타낸 도면이다.

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 노광장치에 관한 것이며, 더욱 상세하게는, 반도체소자, 액정표시소자 등을 리소그래피공정으로 제조할 때에 이용되는 노광장치에 관한 것이다.

반도체소자 또는 액정표시소자 등을 리소그래피 공정으로 제조할 때에, 노광광학에서 포토마스크 또는 레티클(이하, 레티클 이라 총칭)의 패턴을 투영광학계를 통하여 감응기관 상에 투영하는 노광장치가 사용되고 있다. 그리고, 미국특허공보 번호 : 5,477,304 호에는, 레티클 조동(粗動:coarse) 스테이지와 레티클 이동 스테이지를 조합하여, 정확한 노광을 가능하게 하는 노광장치가 개시되어 있다. 또한, 미국특허공보번호 : 5,172,160 호에는, 장치본체의 진동을 억제하는 장치를 구비한 노광장치가 개시되어

있다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

그러나, 상기 노광장치에서는, 장치에 발생하는 진동에 기인하는 노광불량을 충분히 억제할 수 없는 경우가 있었다.

따라서, 본 발명은, 노광장치 본체의 진동에 기인하는 노광불량의 발생을 억제하고, 고정밀도의 노광이 가능한 노광장치 및 노광방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

발명의 구성 및 작용

본 발명의 목적은, 마스크에 형성된 패턴을 감응기관 상에 노광하는 노광장치로서, 본체와; 상기 본체에 대하여 이동가능하고 또한 상기 마스크를 탑재하도록 구성된 제 1 스테이지와; 상기 본체에 대하여 이동가능하고 또한 상기 감응기관을 탑재하도록 구성된 제 2 스테이지와; 상기 감응기관을 또는 감응기관의 위치를 계속하는 계속수단과; 상기 본체의 진동을 계속하는 진동 센서와; 상기 진동센서의 계속치와 상기 계속수단의 계속치에 근거하여, 상기 마스크 또는 감응기관의 위치를 제어하는 위치제어장치를 갖는 노광장치를 제공하는 것에 있다.

이에 의하면, 계속수단에 의해 마스크 또는 감응기관의 위치가 계속되고, 진동센서에 의해 노광장치 본체 내에서 또한 계속수단에 의해 그 위치가 계속되는 마스크 또는 감응기관 이외의 부분의 진동이 계속된다. 그리고, 위치제어계에서는 진동센서의 계속치와 계속수단의 계속치에 근거하여, 마스크 또는 감응기관의 위치를 제어한다.

즉, 본 발명에 의하면, 노광장치 본체에 진동이 발생한 경우에는, 진동센서로 그 진동이 계속되어, 위치제어계에 의해 그 계속결과를 이용하여 계속수단의 계속치에 발생하는 진동에 의한 오차가 보정되고, 이로써 진동에 기인하는 마스크와 감응기관의 위치어긋남이 방지되어, 노광불량의 발생이 억제된다.

또, 상기 각 발명에 이용되는, 진동센서로서는 여러 가지의 것을 생각할 수 있는데, 상기 진동센서로서는, 가속도계 (50) 이어도 된다. 가속도계에 의하면 진동을 직접적으로 계속할 수 있으므로, 진동을 보다 정확하게 계속할 수 있다. 이 외에, 장치본체의 진동에 영향을 받지 않는 위치에 설치하면, 레이저 간섭계 또는 그 외의 변위센서와, 이 변위센서의 계속치를 2 회 미분하는 회로와의 조합에 의해 진동센서를 구성하여도 된다.

이하, 본 발명에 따르는 제 1 실시예를 도 1 내지 도 2 에 근거하여 설명한다.

도 1 에는, 일 실시예에 관련되는 노광장치로서의 주사형 노광장치 (10) 의 개략 구성이 나타나 있다. 이 주사형 노광장치 (10) 는, 노광광 (IL) 에 의해 마스크로서의 레티클 (R) 을 조명하는 조명계 (12) 와, 레티클 (R) 을 Y 축방향 (도 1 에서의 좌우방향) 으로 주사함과 동시에 XY 면내에서 미소구동하는 마스크 스테이지로서의 레티클 스테이지 (14) 와, 이 레티클 스테이지 (14) 의 하방에 배치된 투영광학계 (PL) 와, 이 투영광학계 (PL) 의 하방에 배치되어 감응기관으로서의 웨이퍼 (W) 를 XY 면 내에서 2 차원 이동시키는 웨이퍼 스테이지 (16) 와, 장치전체를 총괄적으로 제어하는 마이크로 컴퓨터 (또는 미니컴퓨터) 로 이루어지는 제어계 (18) 를 구비하고 있다.

레티클 스테이지 (14) 와, 웨이퍼 스테이지 (16) 및 투영광학계 (PL) 는, 패턴 상에 탑재된 본체(도시되지 않음) 에 지지되어 있다.

상기 조명계 (12) 는, 광원부 (20), 미러 (22), 레티클 블라인드 (24), 릴레이 렌즈 (26), 미러 (28) 및 콘덴서 렌즈 (30) 등을 포함하여 구성되어 있다. 이 중, 광원부 (20) 는, 예를 들면 초고압 수은램프 또는 레이저 광원 등의 광원 및 광 인터그레이터 (optical integrator) 등으로 구성되어 있다. 또, 레티클 블라인드 (24) 는 레티클 (R) 하면의 패턴 형성면과 서로 적절하게 위치에 배치되어 있다.

광원부 (20) 으로부터 출사된 노광광 (IL) 은, 미러 (22), 레티클 블라인드 (24), 릴레이 렌즈 (26), 미러 (28) 및 콘덴서 렌즈 (30) 를 거쳐 균일한 조도로, 레티클 (R) 상의 레티클 블라인드 (24) 에 의해 설정된 슬릿상의 조명영역을 조명한다. 이 경우, 슬릿상의 조명영역의 직사각형 방향이 X 방향 (도 1 에서의 지면 직교방향) 으로 설정되고, 레티클 (R) 과 그 슬릿상의 조명영역과의 상대주사의 방향은 Y 방향이라고 한다.

상기 레티클 스테이지 (14) 는, 도시되지 않은 레티클 베이스 상을 주사방향 (Y 방향) 을 따라 이동하는 레티클 조동 스테이지 (34) 와, 이 레티클 조동 스테이지 (34) 상에 올려져 레티클 (R) 을 지지하여 XY 평면 내에서 미동 (회전을 포함) 하는 레티클 미동 스테이지 (36) 를 갖고 있다.

레티클 조동 스테이지 (34) 상에는, 미동경 (32) 이 설치되어 있고, 이 미동경 (32) 에 레이저빔을 투사하여, 이 반사광을 수광함으로써 레티클 조동 스테이지 (34) 의 위치를 검출하는 레티클 조동 레이저 간섭계 (42) 가, 미동경 (32) 에 대하여 설치되어 있다. 이 레티클 조동 레이저 간섭계 (42) 의 출력은, 제어계 (18) 에 공급되어 있고, 제어계 (18) 에서는 이 레티클 조동 레이저 간섭계 (42) 의 출력에 근거하여 레티클 조동 스테이지 (34) 의 Y 방향의 위치를 계속하도록 되어 있다.

또, 레티클 미동 (微動) 스테이지 (36) 상에는, 미동경 (38) 이 설치되어 있고, 이 미동경 (38) 에 레이저빔을 투사하고, 그 반사광을 수광함으로써 레티클 미동 스테이지 (36) 의 위치를 검출하는 계속수단으로서의 레티클 미동 레이저 간섭계 (40) 가, 미동경 (38) 에 대하여 설치되어 있다. 따라서, 실제로는, 레티클 미동 스테이지 (36) 상에는, X 축방향에 직교하는 반사면을 갖는 X 미동경과, Y 축방향으로 직교하는 반사면을 갖는 2 개의 Y 미동경으로, 총 3 개의 미동경이 설치되고, 이것에 대응하여 레티클 미동 레이저 간섭계도 X 축방향 위치계측용 간섭계와 2 개의 Y 축방향 위치계측용 간섭계와의 합계 3 개가 설치되어 있지만, 도 1 에서는 이들이 대표적으로 미동경 (38), 레티클 레이저 간섭계 (40) 로서 나타나 있다.

이들의 3 개의 레티를 미동 레이저 간섭계의 출력은, 주제어계 (18) 에 공급되어 있고, 주제어계 (18) 에서는 X 축방향 위치계측용 간섭계의 출력에 근거하여 레티를 미동 스테이지 (36) 의 X 위치를 계속하고, 2 개의 Y 축방향 위치계측용 간섭계의 출력의 평균치에 근거하여 레티를 미동 스테이지 (36) 의 Y 위치를 산출하며, 2 개의 Y 축방향 위치계측용 간섭계의 출력의 차에 근거하여 레티를 미동 스테이지 (36) 의 XY 면 내에서의 회전각을 산출하도록 되어 있다.

상기 투영광학계 (PL) 는, 도시되지 않은 제 1 할럼을 통하여 도시되지 않은 정반 (定盤) 상에 그 광축방향에 XY 평면에 직교하는 Z 축방향으로 위치되어 있다. 이 제 1 할럼 상에 도시되지 않은 제 2 할럼이 설치되어 있고, 이 제 2 할럼 상에 상기 레티를 베이스가 설치되어 있다. 투영광학계 (PL)로서는, 예를 들면 양측 텔레센트릭에서 소정의 축소배율 (β ; 여기에서는, $\beta=1/4$ 로 함) 을 갖는 굴절광학계가 이용되고 있다. 이 때문에, 노광시에는, 레티를 (R) 의 패턴영역내의 슬릿상의 조명영역의 패턴이 투영광학계 (PL) 를 통하여 그 표면에 포토 레지스트가 도포된 웨이퍼 (W) 상의 상기 조명영역에 상호 적절하게 노광영역에 축소투영된다.

상기 웨이퍼 스테이지 (16) 는, 실제로는, 도시되지 않은 웨이퍼 베이스 상을 XY 2차원 방향으로 이동하는 XY 스테이지와, 이 XY 스테이지 상에 설치된 레벨링용 스테이지와, 이 레벨링용 스테이지 상에 배치되어, 웨이퍼를 지지하는 (Z- θ) 스테이지 등을 포함하여 구성되는데, 도 1 에서는 이들이 대표적으로 웨이퍼 스테이지 (16) 로 나타나 있다.

웨이퍼 스테이지 (16) 상에는, 이동경 (46) 이 설치되어 있고, 이 이동경 (46) 에 레이저빔을 투사하여 그 반사광을 수광함으로써 웨이퍼 스테이지 (16) 의 위치를 검출하는 웨이퍼 레이저 간섭계 (48) 가, 이동경 (46) 에 대하여 설치되어 있다. 따라서, 웨이퍼 스테이지 (16) 상에는, 실제로는, Y 방향으로 직교하는 반사면을 갖는 Y 이동경과, X 축방향으로 직교하는 반사면을 갖는 X 이동경이 설치되고, 이것에 대응하여 웨이퍼 레이저 간섭계로서, Y 이동경으로 부터의 반사광을 수광하는 Y 축방향 위치계측용 간섭계와, X 이동경으로 부터의 반사광을 수광하는 X 축방향 위치계측용 간섭계 및 회전 계측용 간섭계로, 총 3 개가 설치되어 있는데, 도 1 에서는 이들이 대표적으로 이동경 (46), 웨이퍼 레이저 간섭계 (48) 로 나타나 있다.

이들의 3 개의 웨이퍼 레이저 간섭계의 출력은, 주제어계 (18) 에 공급되고 있고, 주제어계 (18) 에서는 X 축방향 위치계측용 간섭계의 출력에 근거하여 웨이퍼 스테이지 (16) 의 X 위치를 계속하고, Y 축방향 위치계측용 간섭계의 출력에 근거하여 웨이퍼 스테이지 (44) 의 Y 위치를 계속하며, X 축방향 위치계측용 간섭계의 출력에 대하여 회전계측용 간섭계의 출력에 근거하여 웨이퍼 스테이지 (16) 의 XY 면내에서의 회전각을 산출하도록 되어 있다.

주제어계 (18) 는, 노광시에는, 예를 들면, 도시되지 않은 상대주사용의 구동장치를 통하여 레티를 조동 스테이지 (34) 를 소정의 주사속도 (VR) 로 +Y 방향으로 주사하는 것과 동기하여, 도시되지 않은 구동장치를 통하여 웨이퍼 스테이지 (16) 를 -Y 방향으로 주사속도 (VW ; $VW=\beta \cdot VR$) 로 주사하고, 이 때에 발생하는 레티를 조동 스테이지 (34) 와 웨이퍼 스테이지 (16) 와의 상대속도 오차를 흡수하여, 레티를 (R) 과 웨이퍼 (W) 와의 상대속도와 위치가 4 : 1 이 되도록 도시되지 않은 이동제어용의 구동장치를 통하여 레티를 미동 스테이지 (36) 의 동작을 제어한다. 이로써, 노광광 (IL) 으로 조명된 슬릿상의 조명영역에 대하여 레티를 (R) 이 +Y 방향으로 주사되는 것과 동기하여, 조명영역과 서로 적절하게 노광영역에 대하여 웨이퍼 (W) 가 투영광학계 (PL) 의 축소배율에 따른 속도로 -Y 방향으로 주사되어, 레티를 (R) 의 패턴 형성면에 형성된 패턴이 웨이퍼 (W) 상의 소트영역에 점차적으로 전사된다.

또, 1 개의 소트영역의 노광이 종료하면, 주제어계 (18) 에서는, 웨이퍼 스테이지 (16) 를 비주사방향 (X 방향으로) 으로 소정거리 이동하여, 다음 소트의 노광 개시위치로의 스테핑 동작을 실시한 후, 주사노광을 실시하고, 이와 같이 하여 스텝 앤드 스캔방식으로 노광을 실시한다.

또한, 본 실시예에서는, 투영광학계 (PL) 의 측면에, 진동센서로서의 가속도 센서 (가속도계 ; 50) 가 설치되어 있고, 이 가속도 센서 (50) 에 의해 투영광학계 (PL) 의 진동이 계속되고, 이 계속치가 주제어계 (18) 에 공급되도록 되어 있다.

도 2 에는, 본 실시예에 관련되는 주사형 노광장치 (10) 의 스테이지 제어계 (및 위치제어계) 의 블록도가 나타나 있다. 이 도 2 에 나타낸 스테이지 제어계는, 주로 도 1 의 주제어계 (18) 의 기능 (소프트웨어로 실현되는) 을 제어블록도에 나타낸 것인데, 각 구성요소를 대응하는 개개의 하드웨어로 구성하여도 되는 것은 물론이다.

이 스테이지 제어계는, 도시되지 않은 주컴퓨터로 부터의 지시에 따라, 웨이퍼 스테이지 (16) 의 속도지령치 (VW) 를 출력하는 스캔 속도발생기 (51) 와, 이 스캔 속도발생기 (51) 로 부터의 속도지령치 (VW) , 이것을 $1/\beta$ 배 (여기에서는 4 배) 한 속도지령치 (VR) 에 각각 근거한 웨이퍼 스테이지 (16) , 레티를 조동 스테이지 (34) 의 속도를 각각 제어하는 웨이퍼 스테이지 속도제어계 (52) , 레티를 조동 스테이지 속도제어계 (54) 와, 웨이퍼 스테이지 (44) 의 위치를 4 배 한 위치정보에 근거하여 레티를 미동 스테이지 (36) 의 위치 (및 속도) 를 제어하는 레티를 미동 스테이지 제어계 (56) 를 구비하고 있다.

이것을 다시 기술하면, 웨이퍼 스테이지 속도제어계 (52) 는, 예를 들면, 속도지령치 (VW) 와 웨이퍼 스테이지 (16) 속도와의 차이인 속도편차를 연산하는 감산기, 이 감산기로 부터의 속도편차를 동작신호로서 (비례 + 적분) 제어동작을 실시하는 PI 콘트롤러 등 (모두 도시되지 않음) 을 포함하는 1 형의 폐루프 제어계에 의해 구성할 수 있다. 또한, 웨이퍼 스테이지 (16) 의 속도는, 실제로는 웨이퍼 레이저 간섭계 (48) 의 계속치의 미분치로부터 얻어진다.

상기 레티를 조동 스테이지 속도제어계 (54) 는, 예를 들면, 레티를 조동 스테이지 (34) 의 속도지령치 ($VR=4VW$) 와 레티를 조동 스테이지 (34) 의 속도와의 차이인 속도편차를 연산하는 감산기, 이 감산기로 부터의 속도편차를 동작신호로서 (비례 + 적분) 제어동작을 실시하는 PI 콘트롤러 등 (모두 도시되지 않음) 을 포함하는 1 형의 폐루프 제어계에 의해 구성할 수 있다. 또한, 레티를 조동 스테이지 (34) 의 속도는, 실제로는 레티를 조동 레이저 간섭계 (42) 의 계속치의 미분치로부터 얻어진다.

또, 상기 레티를 미동 스테이지 제어계 (56) 는, 웨이퍼 스테이지 속도 제어계 (52) 의 출력에 β 배 (4 배) 한 값을 제 1 적분회로 (64) 로 적분하여 얻어지는 웨이퍼 스테이지 위치의 4 배값 (웨이퍼 간섭계 (48) 의 계측치의 4 배에 상당) 을 목표위치로 입력하고, 이 목표위치와 흡수된 제 2 적분회로 (76) 의 출력인 레티를 미동 스테이지 (36) 의 위치정보 (레티를 미동 레이저 간섭계 (40) 의 출력에 상당) 와의 차이인 위치편차를 산출하는 감산기 (74), 이 감산기 (74) 의 출력인 위치편차를 동작신호로 (비례+적분) 제어동작을 실시하는 PI 컨트롤러 등을 포함하고, 이 PI 컨트롤러에 의해 연산되는 제어량을 속도도로 변환하여 출력하는 레티를 미동 스테이지 위치 제어계 (58), 이 위치제어계 (58) 의 출력에 목표속도로서 제어동작을 실시하는 레티를 미동 스테이지 속도제어계 (60), 및 이 레티를 미동 스테이지 속도제어계 (60) 의 출력에 적분하여 레티를 미동 스테이지의 위치로 변환하는 제 2 적분회로 (76) 등으로 구성할 수 있다. 따라서, 레티를 미동 스테이지 속도제어계 (60) 는, 위치제어계 (58) 의 출력인 목표속도와 레티를 미동 스테이지의 속도와의 차이인 속도편차를 연산하는 감산기, 이 감산기로 부터의 속도편차를 동작신호로서 (비례 + 적분) 제어동작을 실시하는 PI 컨트롤러 등 (모두 도시되지 않음) 을 포함하여 구성된다.

또, 본 실시예에서는, 상기 레티를 미동 스테이지 제어계 (56) 의 위치제어 응답성을 향상시키려는 관점으로 부터, 감산기 (62) 의 출력인 웨이퍼 스테이지 (16) 와 레티를 조동 스테이지 (34) 와의 속도오차가, 감산기 (66) 를 통하여 레티를 미동 스테이지 속도제어계 (60) 에 피드 포워드 입력되어 있다.

또한, 본 실시예에서는, 상기의 가속도 센서 (50) 의 계측치가 제 3 적분회로 (70) 로 적분되어, 이 적분치가 감산기 (68) 를 통하여 제 2 적분회로 (76) 에 피드 포워드 입력되어 있으며, 제 2 적분회로 (76) 의 출력인 레티를 미동 스테이지 (36) 의 위치정보는, 레티를 미동 스테이지 속도제어계 (60) 의 출력인 레티를 미동 스테이지 (36) 의 속도로부터 가속도 센서 (50) 로 계측된 진동 (가속도) 의 적분치 (속도) 와의 차이를 적분한 위치의 정보로 되어 있다. 즉, 가속도 센서 (50) 로 계측되는 투영광학계 (PL : 노광장치 본체의 일부) 의 진동성분이 감산기 (68) 에서 상쇄되고, 제 2 적분회로 (76) 의 출력인 레티를 미동 스테이지 (36) 위치의 계측치에는 노광장치 본체 (보디) 의 진동에 의한 오차가 포함되어 있지 않은 구성으로 되어 있다. 또한, 실제로는, 레티를 미동 스테이지 (36) 의 위치는, 레티를 미동 레이저 간섭계 (40) 에 의해 직접 계측하는 것으로, 레티를 미동 스테이지 속도제어계 (60) 의 속도를 적분하여 얻어지는 것은 아니지만, 설명의 편의상 및 제어 블록도의 기입방법의 관습에 따라 도 2에서는 실제의 제어계와 등가인 제어계를 나타내고 있다.

이상 설명한 제 1 실시예의 주사형 노광장치 (10) 에 의하면, 투영광학계 (PL) 의 측면에 설치된 가속도 센서 (50) 를 이용하여 투영광학계 (PL : 노광장치본체의 일부) 진동을 계측하고, 이 계측치를 속도도로 변환하여 레티를 미동 스테이지 제어계 (56) 내에 피드 포워드 입력하도록 했기 때문에, 레티를 미동 스테이지 (36) 의 위치를 계측하는 레티를 미동 레이저 간섭계 (40) 의 계측치에 노광장치 본체의 진동성분이 영향을 부여하는 것을 억제할 수 있고, 이로써 노광을 위한 레티를 (R) 과 웨이퍼 (W) 와의 동기오차의 진동성분을 신속하게 상쇄하는 것이 가능해져, 결상특성을 양호하게 유지할 수 있다.

또, 제 1 실시예에서는, 가장 위치제어 응답성이 양호한 레티를 미동 스테이지 (36) 를 제어하는 제어계 (56) 에 가속도 센서 (50) 의 계측치가 피드 포워드 입력되므로, 진동에 기인하는 레티를과 웨이퍼와의 동기오차를 보다 한층 단시간에 해소할 수 있다는 이점이 있다.

또한, 제 1 실시예에서는, 투영광학계 (PL) 의 진동을 가속도 센서 (50) 로 직접 계측하도록 했기 때문에, 장치본체의 다른 부분의 진동을 계측하는 경우에 비하여, 장치본체의 진동이 투영광학계 (PL) 의 결상특성에 부여하는 영향을 가장 정확하게 반영한 동기오차의 진동성분의 제거가 가능하게 되어, 투영광학계 (PL) 의 결상특성을 가장 양호하게 유지할 수 있다. 이러한 관점으로 부터, 투영광학계 (PL) 의 중심위치의 진동을 가속도 센서에 의해 계측하는 것이 바람직하고, 또, 복수의 가속도 센서를 투영광학계 (PL) 에 장착하여, 이들의 가속도 센서의 계측치에 소정의 연산처리를 실시하여, 투영광학계 (PL) 의 진동을 검출하도록 하여도 된다.

그러나, 진동센서는, 투영광학계 (PL) 이외의 노광장치 본체의 일부 (단, 상기의 웨이퍼 스테이지, 레티를 스테이지 등은 제외) 에 설치하고, 노광장치 본체 (보디) 의 진동을 계측할 수 있으면 되므로, 반드시 투영광학계 (PL) 의 진동을 계측하지 않아도 된다는 것은 말할 필요도 없다.

또한, 상기 제 1 실시예에서는, 가속도 센서 (50) 의 계측치를 레티를 미동 스테이지 제어계 (56) 내의 위치제어 루프의 일부에 피드포워드 입력하는 경우에 대하여 설명했는데, 본 발명이 이것에 한정되는 것은 아니며, 레티를 미동 스테이지 제어계 (56) 내의 속도제어계 (60) 의 내부 등 다른 부분에 피드포워드 입력하여도 된다. 또는 웨이퍼 스테이지 속도제어계 (52) 나, 레티를 조동 스테이지 속도제어계 (54) 등의 도 2 의 스테이지 제어계의 다른 부분에 피드포워드 입력하여도 상관없다.

또, 상기 실시예에서는, 본 발명이 스텝 앤드 스캔 방식의 주사형 노광장치에 적용된 경우에 대하여 설명했는데, 본 발명의 적용범위가 이것에 한정되는 것은 아니고, 스텝 앤드 리프트 방식의 축소 투영형 노광장치 (스텝퍼) 등의 정지 노광형의 노광장치에도 본 발명은 적용할 수 있다. 즉, 정지 노광형의 노광장치이더라도 마스크 스테이지 및 웨이퍼 스테이지를 구비하고, 적어도 웨이퍼 스테이지의 위치는 레이저 간섭계 등에 의해 직접 계측되고, 이 계측치에 노광장치 본체의 진동성분이 영향을 부여한다고 생각되므로, 진동센서의 계측치를 웨이퍼 스테이지를 제어하는 스테이지 제어계에 피드포워드 입력함으로써, 레이저 간섭계 등의 계측치에 포함되는 진동에 의한 오차분이 스테이지 제어계에 의한 제어대상에 영향을 부여하기 전에 진동센서의 계측치에 의해 상쇄하는 것이 가능해진다. 따라서, 레티를 스테이지와 기판 스테이지에 위치여긔남이 발생하는 것을 방지할 수 있고, 이로써 레티를과 웨이퍼를 원하는 결상관계로 유지한 상태에서 투영노광을 실시하는 것이 가능해진다.

또, 제 1 실시예는 투영노광장치 이외의 근사법 (프록시미티 방식)의 노광장치나, 전자빔 노광장치 등의 노광장치에도 적용은 가능하다. 이들의 노광장치에서도, 마스크와 감응기관과의 위치결합은 필수이고, 이 때문에, 레이저 간섭계 등의 계측수단에 의해 마스크 및 감응기관의 적어도 일방의 위치가 직접적으로 계측되며, 이 계측치에 노광장치 본체의 진동성분이 영향을 부여한다고 생각되므로, 진동센서에 의해 노광장치 본체 내에서 또한 마스크 및 감응기관 내의 계측수단에 의해 그 위치가 계측되는 것이

외의 부분의 진동을 계속하고, 위치제어계에 의해 진동센서의 계속치와 계속수단의 계속치에 근거하여, 상기 마스크 및 감응기관의 적어도 일방의 위치를 제어함으로써, 마스크와 감응기관의 위치어긋남에 의한 노광불량의 발생을 억제할 수 있다.

또, 제 1 실시예는, 마스크 (R) 에 형성된 패턴을 투영광학계 (PL) 을 통하여 감응기관 (W) 상에 투영노광하는 노광장치로서, 상기 마스크 (R) 를 지지하는 마스크 스테이지 (14) 와 ; 상기 감응기관 (W) 을 지지하는 기관 스테이지 (16) 와 ; 상기 마스크 스테이지 (14) 또는 기관 스테이지 (16) 의 위치를 직접적으로 계속하는 계속수단 (40) 과 ; 상기 노광장치 본체내에서 또한 상기 마스크 스테이지 또는 기관 스테이지 이외의 부분 진동을 계속하는 진동센서 (50) 와 ; 상기 진동센서 (50) 로부터 피드포워드 입력되는 계속치와 상기 계속수단 (40) 의 계속치에 근거하여 상기 마스크 스테이지 (14) 또는 기관 스테이지 (16) 를 제어하는 스테이지 제어계 (18) 를 갖는 노광장치로서, 이 구성에 의하면, 예를 들면 투영광학계에 의한 마스크 패턴의 감응기관상으로의 투영노광 중에, 노광장치 본체에 진동이 발생하면, 진동센서에 의해 마스크 스테이지 또는 기관 스테이지 내의 계속수단에 의해 그 위치가 계속되는 것 이외의 부분 진동이 계속되고, 그 진동센서의 계속치가 스테이지 제어계에 피드포워드 입력되어, 스테이지 제어계에서는 계속수단의 계속치와 피드포워드 입력된 진동센서의 계속치에 근거하여 마스크 스테이지 또는 기관 스테이지를 제어한다. 이 경우, 진동센서의 계속치가 스테이지 제어계에 피드포워드 입력되어 있으므로, 스테이지 제어계에서는 그 제어대상에 큰 영향을 부여하기 전에, 계속수단의 계속치에 포함되는 진동성분을 진동센서의 계속치에 의해 상쇄하는 것이 가능해져, 진동에 의한 오차가 없는 상태에서 마스크 스테이지 또는 기관 스테이지의 위치를 제어함으로써, 진동에 의한 마스크와 감응기관의 위치어긋남 등을 방지할 수 있고, 이로써 마스크와 감응기관을 원하는 결상관계로 유지한 상태에서 투영노광을 실시하는 것이 가능해진다.

또한, 이 제 1 실시예에서는, 마스크 스테이지 (14) 와 기관 스테이지 (16) 는, 상기 스테이지 제어계 (18) 에 의해 상기 투영광학계 (PL) 에 대하여 소정의 속도비로 상대주사되는 것을 특징으로 하는 노광장치이며, 즉 주사형 노광장치의 경우이다. 종래의 주사형 노광장치에서는 노광장치 본체에 진동이 발생하면, 그 진동이 계속수단 (40) 의 계속치에 오차 (진동적인 오차) 를 발생시키고, 이 결과 양스테이지 (14, 16) 에 동기오차가 발생하여, 결과적으로 결상특성이 열화되지만, 본 실시예에서는, 진동센서 (50) 의 계속치가 스테이지 제어계 (18) 에 피드포워드 입력되어 있으므로, 양스테이지간에 발생하는 동기오차의 진동성분을 신속하게 상쇄하는 것이 가능해져, 결상특성을 양호하게 유지할 수 있다.

또, 상기 제 1 실시예에서는, 마스크 스테이지 (14) 및 기관 스테이지 (16) 중의 적어도 일방은, 조동 스테이지 (34) 와 이 조동 스테이지 상을 상대이동하는 미동 스테이지 (36) 로 이루어지고, 상기 스테이지 제어계 (18) 는, 진동센서 (50) 로부터 피드포워드 입력되는 계속치와 상기 계속수단 (40) 의 계속치에 근거하여 상기 미동 스테이지 (36) 의 위치를 제어하는 것을 특징으로 하는 노광장치로, 투영광학계를 구비한 노광장치의 경우는, 장치본체의 진동은 투영광학계의 결상특성에 영향을 부여하므로, 이 투영광학계의 결상특성에 관련되는 부분의 진동을 검출하는 것이 바람직하고, 예를 들면 상기 노광장치에 있어서, 상기 진동센서는, 상기 투영광학계 (PL) 의 진동을 계속하도록 하여도 된다.

도 3 은, 본 발명의 다른 실시예인 스텝 앤드 스캔 형의 투영노광장치 (100) 의 개략 사시도이다. 이 도 3에서, 설치면으로서의 바닥 위에 직사각형 판형상의 대좌 (臺座:102) 가 설치되고, 이 대좌 (102) 상에 제진 (除振) 패드 (104A~104D ; 단, 도 3 에서의 지면안측측의 제진패드 (104D) 는, 도 3 에서는 도시되지 않음) 가 설치되며, 이들의 제진패드 (104A~104D) 상에 직사각형 형상의 정반 (6) 이 설치되어 있다. 따라서, 흡수된 비와 같이, 본 실시예에서는 투영광학계 (PL) 가 사용되고 있기 때문에, 투영광학계 (PL) 의 광축에 평행으로 Z 축을 취하고, Z 축에 직교하는 평면내에서 정반 (106) 의 직사각형 방향으로 Y 축을, 이것에 직교하는 방향으로 X 축을 취한다. 또, 각각의 축주변의 회전방향을 $Z\theta$, $Y\theta$, $X\theta$ 방향으로 정한다. 또한, 이하의 설명에서, 필요에 따라, 도 3 중의 X, Y, Z 축을 나타낸 각 화살표가 나타낸 방향을 +X, +Y, +Z 방향, 이것과 반대방향을 -X, -Y, -Z 방향으로 구별하여 이용하는 것으로 한다.

제진패드 (104A~104D) 는, 각각 정반 (106) 의 직사각형 저면의 4 개의 코너부근에 배치되어 있다. 본 실시예에서는, 제진패드 (104A~104D)로서 공기식 댐퍼(damper)가 사용되고, 공기의 압력에 의해 제진패드 (104A~104D) 의 높이를 조정할 수 있기 때문에, 그 공기식 댐퍼는 상하동 기구의 역할을 겸비하고 있다. 물론, 상하동 기구를 따로 설치하여 댐핑액 중에 압축 코일 스프링을 넣은 기계식 댐퍼 등을 제진패드로서 사용하여도 된다.

대좌 (102) 와 정반 (106) 과의 사이에 제진패드 (104A) 와 병렬로 액추에이터 (107A) 가 설치되어 있다. 액추에이터 (107A) 로서는, 대좌 (2) 상에 고정된 발자기체 (發磁體) 로 이루어지는 고정자 (109A) 와 정반 (106) 의 저면에 고정된 가동자 (108A) 로 구성되는 포이즈 코일 모터가 사용되고 있다. 이 액추에이터 (107A) 는, 흡수된 액추에이터 제어회로 (111 ; 도 4, 도 5 참조) 에 의해 가동자 (108A) 내의 코일에 흐르는 전류가 제어됨으로써, 대좌 (102) 로부터 정반 (106) 의 저면에 대하여 Z 방향의 부세력, 또는 정반 (106) 의 저면으로부터 대좌 (102) 를 향하는 흡인력을 발생한다.

다른 방진패드 (104B~104D) 에서도, 방진패드 (104A) 와 동일하게 각각 병렬로, 액추에이터 (107A) 와 동일한 구성의 액추에이터 (107B~107D) 가 설치되고 (단, 도 3 에서의 지면안측측의 액추에이터 (107C, 107D) 는 도시되지 않음), 이들의 액추에이터 (107B~107D) 의 부세력 또는 흡인력도 각각 흡수된 액추에이터 제어회로 (111 ; 도 4, 도 5 참조) 에 의해 설정된다. 액추에이터 (7A~7D) 의 제어방법에 대해서는 후술한다.

정반 (106) 의 +X 방향측의 측면에는, 정반 (106) 의 Z 방향 가속도를 검출하는 진동센서로서의 가속도 센서 (105Z1, 105Z2) 가 장착되어 있다. 또, 정반 (106) 상면의 +X 방향 단부에는 정반 (6) 의 Y 방향 가속도를 검출하는 진동센서로서의 가속도센서 (105Y1, 105Y2) 가 장착되고, 정반 (106) 상면의 +Y 방향단부, -Y 방향단부에는 정반 (106) 의 X 방향 가속도를 검출하는 진동센서로서의 가속도센서 (105X1, 105X2) 가 장착되어 있다. 이들의 가속도 센서 (105Z1, 105Z2, 105Y1, 105Y2, 105X1, 105X2) 로서는, 예를 들면 반도체식 가속도센서가 사용된다.

이들의 가속도 센서 (105Z1, 105Z2, 105Y1, 105Y2, 105X1, 105X2) 의 출력은, 후술된 진동제어용 연산회로 (154 ; 도 4, 도 5 참조) 에 공급되어 있다.

정반 (106) 상에는 제 2 스테이지로서의 웨이퍼 스테이지 (120) 가 탑재되어 있다. 이 웨이퍼 스테이지 (120) 는, 실제로는, 도 4 에 나타낸 바와 같이, 도시되지 않은 선형 모터에 의해 정반 (106) 의 상면을 따라 X 방향으로 구동되는 X 스테이지 (120X) 와, 이 X 스테이지 (120X) 상에 올려져, 도시되지 않은 선형 모터에 의해 Y 방향으로 구동되는 Y 스테이지 (120Y) 와, 이 Y 스테이지 (120Y) 상에 올려진 Z-레벨링 스테이지 (120Z) 로 구성되는데, 도 3 에서는 이들이 대표로 웨이퍼 스테이지 (120) 로서 나타나 있다. 이 웨이퍼 스테이지 (120) , 구체적으로는 레벨링 스테이지 (120Z) 상에, θ 방향의 미소회전이 가능한 웨이퍼 홀더 (121) 를 통하여 기판으로서의 웨이퍼 (W) 가 흡착 지지되어 있다.

또, 정반 (106) 상에서 웨이퍼 스테이지 (120) 를 둘러싸듯이 제 1 컬럼 (124) 이 설치되고, 제 1 컬럼 (124) 의 상판의 중앙부에 투영광학계 (PL) 가 고정되며, 제 1 컬럼 (124) 의 상판에 투영광학계 (PL) 를 둘러싸듯이 제 2 컬럼 (126) 이 설치되고, 제 2 컬럼 (126) 의 상판 상에 제 1 스테이지로서의 레티클 스테이지 (127) 가 탑재되어, 이 레티클 스테이지 (127) 상에 마스크로서의 레티클 (R) 이 올려져 있다.

웨이퍼 스테이지 (120) ; 실제로는 레벨링 스테이지 (20Z) 의 +Y 방향, +X 방향의 측면은 경면가공이 실시되어 제 2 반사경으로서의 반사면 (120a, 120b) 이 형성되어 있다. 이들의 반사면 (120a, 120b) 을 통하여 웨이퍼 Y 축 간섭계 (130Y), 웨이퍼 X 축 간섭계 (130X) (이하, 이들을 합하여 웨이퍼 간섭계 (130) 라고도 함) 에 의해, 웨이퍼 스테이지 (120) 의 Y 방향의 이동위치, X 방향의 이동위치가 각각 계속되도록 되어 있다 (이에 대해서는 추가로 후술함).

Z-레벨링 스테이지 (120Z) 는, Z 축방향의 구동 및 XY 면에 대한 경사가 조정가능하게 구성되어 있다. 따라서, X 스테이지 (120X), Y 스테이지 (120Y), Z-레벨링 스테이지 (120Z) 및 웨이퍼 홀더 (121) 에 의해, 웨이퍼 (W) 는 3 차원적으로 위치결정이 가능하게 되어 있다.

상기 레벨링 스테이지 (127) 는, 레티클 (R) 의 X 축방향의 미조정 및 회전각의 조정이 가능하게 구성되어 있다. 또, 레티클 스테이지 (127) 는, 도시하지 않은 선형 모터에 의해 Y 방향으로 구동되도록 되어 있다. 이 레티클 스테이지 (127) 의 +Y 방향, +X 방향의 측면은 경면가공이 실시되어 제 1 반사경으로서의 반사면 (127a, 127b) 이 형성되어 있다. 이들의 반사면 (127a, 127b) 을 통하여 레티클 Y 축 간섭계 (131Y), 레티클 X 축 간섭계 (131X) (이하, 이들을 합하여 웨이퍼 간섭계 (131) 라고도 함) 에 의해, 웨이퍼 스테이지 (127) 의 Y 방향의 이동위치, X 방향의 이동위치가 각각 계속되도록 되어 있다 (이에 대해서는 추가로 후술함).

또한, 레티클 (R) 의 상면에는, 도시하지 않은 광학계가 배치되고, 후술된 제어장치 (142 ; 도 4, 도 5 참조) 에서는 레티클 (R) 및 웨이퍼 (W) 의 상대 위치맞추기 (알라인먼트) 및 도시하지 않은 초점검출계에 의한 오토포커스를 실시하면서, 조명광학계로 부터의 노광용의 조명광 (EL) 하에서, 레티클 (R) 의 패턴을 투영광학계 (PL) 를 통하여 웨이퍼 (W) 상의 각 쇼트영역에 순차적으로 노광하도록 되어 있다. 본 제 2 실시예에서는, 각 쇼트영역의 노광시, 웨이퍼 스테이지 (120) 와 레티클 스테이지 (127) 가, 제어장치 (142) 의 지시에 따라, 각각의 스테이지 제어용 회로 (이것에 대해서는 후술함) 에 의해 도시하지 않은 선형 모터를 통하여 Y 축방향 (주사방향) 을 따라 소정의 속도비로 상호 역방향으로 상대주사된다.

상기 제 1 컬럼 (124) 은, 4 개의 다리부 (124a ~ 124d) (단, 도 3 에서의 지면안쪽 측의 다리부 (124d) 는 도시되지 않음) 에 의해 정반 (106) 상에 접촉되어 있다. 또, 이 제 1 컬럼 (124) 의 -Y 방향의 측면에 가동축 (135A) 이 매입되고, 가동축 (135A) 과 바닥 위에 고정된 도시하지 않은 지주와의 사이에 액추에이터 (132A) 가 장착되어 있다.

액추에이터 (132A) 로서는, 액추에이터 (107A) 와 마찬가지로, 도시하지 않은 지주에 고정된 발지기체로 이루어지는 고정자 (134A) 와, 가동축 (135A) 에 장착된 코일을 포함하는 가동자 (133A) 로 구성되는 보이스 코일 모터가 사용되고 있다. 이 액추에이터 (132A) 는, 후술된 액추에이터 제어회로 (111) 에 의해 가동자 (133A) 내의 코일에 흐르는 전류가 조정되므로써, 가동축 (135A) 에 대하여 $\pm X$ 방향으로 힘을 부여할 수 있다. 마찬가지로, 제 1 컬럼 (124) 의 +Y 방향의 측면에 가동축 (135B) 이 매입되고, 가동축 (135B) 과 바닥 위에 고정된 도시하지 않은 지주와의 사이에, 액추에이터 (132A) 와 동일구성의 액추에이터 (132B) 가 장착되며, 후술된 액추에이터 제어회로 (111) 에 의해 제어되며, 가동축 (135B) 에 대하여 $\pm X$ 방향으로 힘을 부여할 수 있도록 되어 있다.

또, 제 1 컬럼 (124) 의 +Y 방향의 측면의 중앙부와 바닥 위의 도시하지 않은 지주와의 사이에, 액추에이터 (132A) 와 동일구성의 액추에이터 (132C) 가 설치되고, 후술된 액추에이터 제어회로 (111) 에 의해 제어되며, 액추에이터 (132C) 를 통하여 제 1 컬럼 (124) 에 대하여 $\pm Y$ 방향으로 힘을 부여할 수 있다. 마찬가지로, 제 1 컬럼 (124) 의 -Y 방향의 측면의 중앙부와 바닥 위의 도시하지 않은 지주와의 사이에, 액추에이터 (132A) 와 동일구성의 액추에이터 (132D) 가 설치되고, 후술된 액추에이터 제어회로 (111) 에 의해 제어되며, 액추에이터 (132D) 를 통하여 제 1 컬럼 (124) 에 대하여 $\pm Y$ 방향으로 힘을 부여할 수 있다. 이들의 액추에이터 (132A ~ 132D) 의 제어방법에 대해서도 후술한다.

도 4 에는, 투영노광장치 (100) 를 구성하는 노광장치 본체 (140) 에 대한 진동제어계의 구성이, 그 제어대상인 노광장치본체 (140) 와 함께 나타나 있다. 여기에서, 노광장치본체 (140) 란, 상기의 도 3 의 정반 (106), 제 1 컬럼 (124) 및 제 2 컬럼 (126) 으로 이루어지는 보디와, 이 보디에 탑재되는 웨이퍼 스테이지 (120), 투영광학계 (PL) 및 레티클 스테이지 (127) 등에 의해 구성되는 구성부분을 가리킨다.

이 노광장치 본체 (140) 는, 상기와 같이, 4 개의 제진패드 (104A ~ 104D) 와 4 개의 Z 방향용 액추에이터 (107A ~ 107D) 로 아래로부터 지지되어 있지만, 도 4 에서는, 이들이 대표적으로 제진패드 (104), Z 축방향 액추에이터 (107A) 로서 나타나 있다. 또, 노광장치 본체 (140) 는, Y 방향의 진동제어용에 2 개의 Y 방향용 액추에이터 (132C, 132D) 로 지지되고, X 방향의 진동제어용에 2 개의 X 방향용 액추에이터 (132A, 132B) 로 지지되어 있지만, 도 4 에서는, 이들 4 개의 액추에이터가 대표로 액추에이터 (132)

로서 나타나 있다.

또한, 노광장치본체 (140) 에는, 정반 (106) 상의 공간적으로 떨어진 위치에 배치된 X 방향의 가속도를 계속하는 2 개의 가속도센서 (105X1, 105X2), 동일하게 정반 (106) 상의 공간적으로 떨어진 위치에 배치된 Y 방향의 가속도를 계속하는 2 개의 가속도센서 (105Y1, 105Y2) 및 동일하게 정반 (106) 상의 공간적으로 떨어진 위치에 배치된 Z 방향의 가속도를 계속하는 2 개의 가속도센서 (105Z1, 105Z2) 로, 총 6 개의 가속도센서가 설치되어 있지만, 도 4 에서는 가속도센서 (105X1, 105X2) 가 대표적으로 가속도센서 (105X) 로 나타나고, 또, 가속도센서 (105Y1, 105Y2) 가 대표적으로 가속도센서 (105Y) 로 나타나며, 가속도센서 (105Z1, 105Z2) 가 대표적으로 가속도센서 (105Z) 로 나타나 있다.

따라서, 도 4 를 이용하여 레티를 스테이지 (127), 웨이퍼 스테이지 (120) 의 위치의 계속에 대하여 설명한다.

레티를 스테이지 (127) 의 +Y 방향의 측면에는 반사면 (127a) 가 상기와 같이 형성되어 있고, 또, 투영광학계 (PL) 의 외주상부에는, 제 3 반사경으로서의 고정경 (144) 이 고정되어 있다. 레티를 Y 축 간섭계 (131Y) 로부터는, 반사면 (120a) 및 고정경 (144) 을 향하여 헬륨-네온 레이저광이 조사되며, 레티를 Y 축 간섭계 (131Y) 에 의해 고정경 (144) 을 기준으로 레티를 스테이지 (127) 상에 탑재된 레티를 (R) 의 Y 방향의 위치가 계속된다.

웨이퍼 스테이지 (120) 를 구성하는 래벌링 스테이지 (120Z) 의 +Y 방향의 측면에는 반사면 (120a) 이 상기와 같이 형성되어 있고, 또, 투영광학계 (PL) 의 외주하부에 제 3 반사경으로서의 고정경 (146) 이 고정되어 있다. 웨이퍼 (W) 축 간섭계 (130Y) 로부터는, 반사면 (120a) 및 고정경 (146) 을 향하여 헬륨-네온 레이저광이 조사되고, 웨이퍼 (W) 축 간섭계 (130Y) 에 의해 고정경 (146) 을 기준으로 웨이퍼 스테이지 (120) 에 올려진 웨이퍼 (W) 의 Y 방향의 위치가 계속된다.

여기서는, 레티를 (R) 및 웨이퍼 (W) 의 Y 방향의 위치계속에 대해서만 설명했지만, 상기의 X 방향 위치계속용의 레티를 (X) 축 간섭계 (131X), 웨이퍼 (Y) 축 간섭계 (130X) 에서도, 동일하게 하여 레티를 (R), 웨이퍼 (W) 의 X 방향의 위치가 계속된다.

다음으로, 노광장치본체 (140) 에 대한 진동제어계의 구성에 대하여, 도 4 및 도 5 (도 4 의 각부의 상세한 구성을 나타낸 도면) 를 참조하면서 설명한다. 이 제어계는, 도 4 에 나타낸 바와 같이, 장치전체를 총괄제어하는 제어장치 (142), 레티를 스테이지 제어용 회로 (148), 웨이퍼 스테이지 제어용 회로 (150), 카운터 포스 연산회로 (152), 진동제어용 연산회로 (154) 및 액추에이터 제어회로 (111) 등을 구비하고 있다.

본 제 2 실시예에서는, 제어장치 (142) 에 의해 스테이지 이동신호 출력수단이 구성되고, 레티를 스테이지 제어용 회로 (148) 에 의해 스테이지 제어수단이 구성되며, 카운터 포스 연산회로 (152) 에 의해 카운터 포스 연산수단이 구성되고, 진동제어용 연산회로 (154) 에 의해 진동제어용 연산수단이 구성되어 있다.

진동제어용 연산회로 (154) 는, 노광장치본체 (140) 의 진동중심으로서의 중력중심위치 (6) 를 기준으로 한 진동을 연산하는 중력중심기준의 연산회로 (154A) 와, 레티를용의 고정경 (도 2 에 나타낸 고정경 (144) 과 도시되지 않은 X 축용 고정경 : 이하, 이들을 합하여 고정경 (144) 이라 함) 을 기준으로 한 진동을 연산하는 고정경 기준의 연산회로 (154B) 를 구비하고 있다.

중력중심기준의 연산회로 (154A) 는, 6 개의 가속도센서 (105X1, 105X2, 105Y1, 105Y2, 105Z1, 105Z2) 의 출력에 근거하여 소정의 매트릭스 연산을 실시함으로써, 노광장치본체 (140) 의 중력중심위치 (6) 에서의 6 자유도방향 (X, Y, Z, θ_X , θ_Y , θ_Z) 의 진동을 구하는 기능을 갖고 있다. 노광장치 본체 (140) 의 중력중심위치 (6) 는, 설계상 미리 구해져 있고, 또 6 개의 가속도센서 (105X1, 105X2, 105Y1, 105Y2, 105Z1, 105Z2) 의 위치도 미리 결정되어 있다. 따라서, 6 개의 가속도센서 (105X1, 105X2, 105Y1, 105Y2, 105Z1, 105Z2) 의 출력에 근거하여 소정의 매트릭스 연산을 실시함으로써, 노광장치 본체 (140) 의 중력중심위치 (6) 에서의 6 자유도방향의 진동을 구하는 것은 용이하다. 단, 노광장치본체 (140) 의 중력중심위치 (6) 는, 레티를 스테이지 (127) 및 웨이퍼 스테이지 (120) 의 이동에 의해 변동되기 때문에, 본 제 2 실시예에서는, 이것을 고려하여 시뮬레이션 실험 등으로, 레티를 스테이지 (127) 및 웨이퍼 스테이지 (120) 의 위치에 따른 매트릭스 연산의 계수를 미리 구하고, 이들의 매트릭스 연산의 계수가 딸 데이터로서 중력중심기준의 연산회로 (154A) 내의 메모리에 기억되며, 또, 레티를 간섭계 (131), 웨이퍼 간섭계 (130) 의 계속치가 중력중심기준의 연산회로 (154A) 에 공급되고 있다. 또한, 본 제 2 실시예에서는, 8 개의 액추에이터 (107A ~ 107D, 132A ~ 132D) 를 구비하고 있으므로, 이 연산회로 (154A) 는 노광장치본체 (140) 의 중력중심위치 (6) 에서의 6 자유도방향의 진동을, 다시 8 개의 액추에이터에 분담시키는 매트릭스 연산을 실시하며, 각 액추에이터에 액추에이터 제어회로 (111) 를 통하여 피드백 신호로서 부여하도록 되어 있다.

고정경 기준의 연산회로 (154B) 는, 6 개의 가속도센서 (105X1, 105X2, 105Y1, 105Y2, 105Z1, 105Z2) 의 출력에 근거하여 소정의 매트릭스 연산을 실시함으로써, 고정경 (144) 을 기준으로 한 XY 방향의 2 자유도방향의 진동을 구하는 기능을 갖는다. 레티를용의 고정경 (144) 의 위치는, 설계상 미리 구하여져 있고, 또 6 개의 가속도센서의 위치도 미리 결정되어 있으므로, 6 개의 가속도센서로 얻어진 신호를, 레티를용의 고정경 (144) 에서의 XY 방향의 진동으로 변환하는 매트릭스 계수는 간단하게 구할 수 있다. 이 고정경 기준의 연산회로 (154B) 는, 레티를 (R) 의 기준위치로서의 고정경 (144) 에서의 XY 방향의 진동을 연산에 의해 구하고, 그 연산결과를 레티를 스테이지 제어용 회로 (148) 에 부여하도록 되어 있다.

상기 제어장치 (142) 에는, 레티를 간섭계 (131) 및 웨이퍼 간섭계 (130) 의 계속치가 레티를 스테이지 제어용 회로 (148) 및 웨이퍼 스테이지 제어용 회로 (150) 를 통하여 공급되고 있다 (도 4 참조). 그리고, 이 제어장치 (142) 에서는, X 스테이지 (120X), Y 스테이지 (120Y) 및 레티를 스테이지 (127) 의 위치, 속도 및 가속도를 관리하여 제어하고 있다. 즉, 제어장치 (142) 에서는, 레티를 간섭계 (131) 및 웨이퍼 간섭계 (130) 의 계속치에 근거하여, 도 5 에 나타낸 바와 같이, 각 스테이지에 대한 위치, 속도 및 가속도의 지령치를 연산하고, 스테이지 제어회로 (148, 150) 에 대하여, 각 스테이지 위치의 지령치를 목표치로서 부여함과 동시에, 후술된 바와 같이, 속도 및 가속도의 지령치를 스테이지용 제어회로 (148,

150) 내의 스테이지 제어기에 피드포워드 입력하도록 되어 있다.

레티를 스테이지 제어용 회로 (148) 는, 도 5 에 나타난 바와 같이, 제어장치 (142) 로부터의 레티를 스테이지 (R 스테이지) 위치의 지령치와 레티를 간섭계 (130) 의 계속치와의 차이인 위치편차를 연산하는 감산기 (148a) 와, 이 위치편차를 동작신호로서 (비례+적분) 제어동작을 실시하고, 위치편차가 0 이 되는 제어량을 연산하여, 도시되지 않은 선형 모터를 통하여 레티를 스테이지 (127) 에 추력을 부여하는 스테이지 제어기 (148b) 를 포함하여 구성되어 있다. 또한, 도시되지는 않았으나, 스테이지 제어기 (148b) 내에는, 속도제어루프가 편성되어 있고, 레티를 스테이지 (127) 를 제어하는 계전체와, 위치루프의 내부 루프로서 속도루프를 갖는 이중 루프제어기로 되어 있다.

따라서, 스테이지 제어기 (148b) 내부의 속도제어루프에는, 상기와 같이, 제어장치 (142) 로부터 속도의 지령치가 피드포워드 입력되어 있고, 또, 이 속도제어 루프를 구성하는 PI 콘트롤러의 출력단에는, 제어장치 (142) 로부터의 가속도의 지령치가 추력으로 변환되어 피드포워드 입력되어 있다. 이와 같이, 위치의 지령치에 근거하는 위치 루프에 의한 제어에 더하여, 속도의 지령치, 가속도의 지령치를 제어장치 (142) 로부터 레티를 스테이지 제어용 회로 (148) 에 피드포워드로 부여하는 것은, 주사형 (스캔형) 노광 장치에서는, 스테이지의 속도제어가 가장 중요하기 때문에, 위치제어와 속도제어와의 양립을 도모하기 위해, 계전체의 위치제어 응답성을 양호하게 하기 위해서이다.

또한, 본 제 2 실시예에서는, 상기의 고정경 기준의 연산회로 (154) 로부터, 고정경 (144) 에서의 XY 2 자유도방향의 가속도신호 (진동의 정보) 가 레티를 스테이지 제어용 회로 (148) 에 피드백 신호로서 부여되고 있고, 이 가속도신호가 적분기 (148c) 를 통하여 스테이지 제어기 (148b) 내부의 속도제어루프에 피드백 입력됨과 동시에, 적분기 (148c) 의 출력이 다른 적분기 (148d) 를 통하여 위치제어 루프의 가산기 (148a) 에 피드백 입력되어 있다. 이와 같이, 고정경 (144) 에서의 XY 2 자유도방향의 가속도신호를, 레티를 스테이지 (127) 의 제어기를 구성하는 위치제어루프, 속도제어루프에 피드백신호로서 부여하는 것은, 다음의 이유에 의한다.

상기한 바와 같이, 레티를 (R) 의 위치는, 레티를 간섭계 (131) 에 의해 고정경 (144) 의 위치를 기준으로 계속되므로, 그 고정경 (144) 에서의 XY 방향의 진동을 레티를 스테이지 제어용 회로 (148) 에 부여하는 것으로, 노광장치 본체 (140) 에 추출된 잔류진동이 있고, 그 진동에 기인하는 계속오차가 있으며, 레티를 스테이지 제어용 회로 (148) 에서는 그 진동을 가미하여, 그 오차가 없어지도록 레티를 스테이지 (127) 의 이동을 제어하게 된다. 이로써, 진동이 XY 방향으로 있어도, 레티를 (R) 의 패턴이 웨이퍼 (W) 에 전사되는 위치가 변동하지 않게 된다.

또, 웨이퍼 스테이지 제어용회로 (150) 는, 도시는 생략했지만, 제어장치 (142) 로부터의 위치의 지령치 (XY 2 자유도방향) 와 웨이퍼 간섭계 (131) 와의 차이인 위치편차를 연산하는 감산기, 이 위치편차를 동작신호로서 (비례+적분) 제어동작을 실시하여, 위치편차가 0 이 되는 제어량을 연산하고, 도시되지 않은 선형 모터를 통하여 웨이퍼 스테이지 (120) 에 추력을 부여하는 스테이지 제어기를 포함하여 구성되어 있다. 이 스테이지 제어기 내의 속도제어루프에 X 스테이지 (120X), Y 스테이지 (120Y) 에 대한 속도지령치의 피드포워드가 실시되고, 동일하게 X 스테이지 (120X), Y 스테이지 (120Y) 에 대한 가속도 지령치가 추력으로 변환되어 속도제어루프를 구성하는 PI 콘트롤러의 출력단에 피드포워드 입력되어 있다.

상기 카운터 포스 연산회로 (152) 는, 노광장치본체 (140) 의 6 자유도방향의 변동에 대하여 역방향의 힘 (카운터포스) 를 각 액추에이터로 발생시키기 위해, 연산을 실시하여 액추에이터 제어회로 (111) 에 피드포워드 입력하는 회로이다. 이 카운터 포스 연산회로 (152) 는, 도 5 에 나타난 바와 같이, 제어장치 (142) 로부터의 레티를 스테이지 (127) 및 웨이퍼 스테이지 (120) 의 위치의 지령치를 합산하고, 또 계인 조정을 행하여, 또한 각 액추에이터에 부여하는 힘의 비율을 연산하는 제 1 합산 및 계인의 매트릭스 연산회로 (이하, 제 1 매트릭스 연산회로 라 함 ; 152A) 와, 레티를 스테이지 (127) 및 웨이퍼 스테이지 (120) 의 가속도의 지령치를 합산하고, 또 계인 조정을 행하여, 또한 각 액추에이터에 부여하는 힘의 비율을 연산하는 제 2 합산 및 계인의 매트릭스 연산회로 (이하, 제 2 매트릭스 연산회로 라 함 ; 152B) 를 구비하고 있다.

제 1 매트릭스 연산회로 (152A) 는, 스테이지 (R 스테이지 (127), X 스테이지 (120X), Y 스테이지 (120Y)) 의 위치지령치에 근거하여, 스테이지 이동에 의한 중심의 변화에 따른 영향을 구하고, 이것을 상쇄하는 카운터포스의 지령치를 연산한다. 또, 제 2 매트릭스 연산회로 (152B) 는, 스테이지의 가속도의 지령치에 근거하여, 가속도에 의한 반력을 구하고, 이것을 상쇄하는 카운터포스의 지령치를 연산한다. 이들의 매트릭스 연산회로 (152A, 152B)에서 연산된 카운터포스의 지령치는, 액추에이터 제어회로 (111) 를 구성하는 가산기 (111h) 에 피드포워드 입력된다.

액추에이터 제어회로 (111) 는, 도 5 에 나타난 바와 같이, 목표위치 출력부 (111a)로부터 출력되는 6 자유도방향의 목표위치 (여기에서는, 원점 (0,0,0,0,0,0) 이 목표위치임) 와 진동제어용 연산회로 (154) 의 중력중심기준의 연산회로 (154A)에서 연산된 노광장치본체 (140) 의 중력중심위치 (6) 에서의 6 자유도방향의 가속도신호를 적분기 (111b, 111c) 에 의해 2 회 적분한 위치정보와의 차이인 위치편차 (6 자유도방향) 를 연산하는 감산기 (111d) 와, 이 감산기 (111d) 로부터 출력되는 위치편차를 동작신호로서 (비례+적분+미분) 제어동작을 실시하여 속도지령치 (6 자유도방향) 를 연산하는 PID 제어회로 (111e) 와, 이 PID 제어회로 (111e) 로부터의 속도지령치와 중력중심기준의 연산회로 (154A) 로 연산된 노광장치본체 (140) 의 중력중심위치 (6) 에서의 6 자유도방향의 가속도신호를 상기 적분회로 (111b) 에 의해 적분한 속도정보 (6 자유도방향) 와의 차이인 속도편차 (6 자유도방향) 를 연산하는 감산기 (111f) 와, 이 감산기 (111f) 로부터 출력되는 속도편차를 동작신호로서 (비례+적분+미분) 제어동작을 실시하여 각 액추에이터에 대하는 힘의 지령치를 연산하는 PID 제어회로 (111g) 와, 이 PID 제어회로 (111g) 로부터 힘의 지령치가 입력되는 가산기 (111h) 를 구비하고 있다. 이 가산기 (111h) 에는, 상기와 같이, 매트릭스 연산회로 (152A, 152B) 로부터의 카운터포스의 지령치도 피드포워드 입력되어 있다.

다음으로, 상기와 같이 하여 구성된 투영노광장치 (100) 이 주사노광시의 동작을 설명한다.

이 투영노광장치 (100) 에서는, 노광을 실시할 때에는, 도시되지 않은 조명광학계로부터의 노광용 조명광 (EL) 에 의해, 레티를 (R) 상의 소정의 슬릿상의 조명영역 (이 조명영역은, 조명광학계내의 블라인드

에 의해 규정됨) 이 균일한 조도로 조명된다. 이 조명영역에 대하여 레티클 (R) 이 소정의 주사방향으로 주사되는 것에 동기하여, 이 조명영역과 투영광학계 (PL) 에 관하여 서로 적절한 노광영역에 대하여 웨이퍼 (W) 를 주사한다. 이로써, 레티클 (R) 의 패턴 영역을 투과한 조명광 (EL) 이, 투영광학계 (PL) 에 의해 소정배율로 축소되고, 레지스트가 도포된 웨이퍼 (W) 상에 조명되어, 웨이퍼 (W) 상의 노광영역에 레티클 (R) 의 패턴이 점차 전사되며, 1 회의 주사로 레티클 (R) 의 패턴영역의 전면이 웨이퍼 (W) 상의 소정영역에 전사된다.

이 시스템 앤드 스킴의 투영노광장치 (100) 에서는, 상기의 주사노광시에, 제어장치 (142) 에 의해 레티클 스테이지 (127) 를 V 방향으로 속도 βV 로 주사 ($1/\beta$:투영광학계 (PL) 의 축소배율) 시켜, 웨이퍼 스테이지 (120) 를 $-V$ 방향으로 속도 V 로 동기주사시키기 위한 지령치의 신호가 각각의 스테이지 제어용 회로 (148, 150) 에 보내진다. 각각의 스테이지 제어용 회로 (148, 150) 에서는, 간섭계 (131, 130) 의 계측치를 모니터링하면서 레티클 스테이지 (127) 및 웨이퍼 스테이지 (120) 를 소정 위치 및 소정 속도로 주사하도록 제어한다.

이 경우에서, 레티클 스테이지 (127) 및 웨이퍼 스테이지 (120) 는, 상기와 같이 선형 모터에 의해 주사되므로, 레티클 스테이지 (127) 및 웨이퍼 스테이지 (120) 가 이동할 때의 가속 및 감속에 따라, 그 반응이 선형모터에 발생하고, 그 반력에 의해 노광장치본체 (140) 에 진동이 발생한다. 또, 레티클 스테이지 (127) 및 웨이퍼 스테이지 (120) 가 주사되면, 노광장치 본체 (140) 의 중심이 변동하기 때문에 노광장치 본체 (140) 가 미묘하게 경사져, 노광장치 본체 (140) 에 진동이 발생한다.

단, 본 제 2 실시예에서는, 상기와 같이, 제어장치 (142) 로부터의 레티클 스테이지 (127), 웨이퍼 스테이지 (120) 에 대한 위치 및 가속도의 지령치에 근거하여, 카운터포스 연산회로 (152) 에 의해 스테이지 이동에 따른 중심의 변화에 의한 영향을 상쇄하는 카운터포스의 지령치와, 가속도에 의한 반력을 상쇄하는 카운터포스의 지령치가 연산되고, 액추에이터 제어회로 (111) 를 통하여 각 액추에이터 (107A ~ 107D, 132A ~ 132D) 에 피드포워드 부여되어 있다. 이 때문에, 레티클 스테이지 (127) 및 웨이퍼 스테이지 (120) 의 가속 및 감속에 의해 발생하는 반력은, 기본적으로는 카운터포스의 지령치에 따라 구동되는 각 액추에이터의 발생하는 힘에 의해 소멸되고, 상기의 스테이지의 주사에 의해 발생하는 노광장치본체 (140) 의 진동은 대부분 제진된다. 그러나, 모든 반력이 카운터포스에 의해 바로 소멸되는 것은 아니므로, 노광장치 본체 (140) 에는, 6 자유도방향 (X, Y, Z, Xe, Ye 및 Ze 방향) 의 미묘한 진동 (이하, 잔류진동이라 함) 이 남게된다.

이 잔류진동에 의한 노광장치본체 (140) 의 변동이, 노광장치본체 (140) 의 정반 (106) 에 장착된 6 개의 가속도센서 (105X1, 105X2, 105Y1, 105Y2, 105Z1, 105Z2) 로 각각 검출된다. 이들 6 개의 가속도센서 (105X1, 105X2, 105Y1, 105Y2, 105Z1, 105Z2) 의 출력에 근거하여, 진동제어용 회로 (154) 내의 중력중심 위치 연산회로 (154A) 에서는, 소정의 매트릭스 연산을 실시하므로써, 노광장치본체 (140) 의 중력중심 위치 (6) 에서의 6 자유도방향의 진동을 구하고, 이 6 자유도방향의 진동을, 또한 8 개의 액추에이터에 분담시키는 매트릭스 연산을 실시하여, 각 액추에이터에 액추에이터 제어회로 (111) 를 통하여 피드백 신호로 부여한다. 이 때문에, 이 피드백 신호에 근거하여, 액추에이터 제어회로 (111) 에 의해 각 액추에이터가 제어되고, 상기 잔류진동이 신속하게 억제된다. 이 경우에서, 본 제 2 실시예에서는, 가속도센서의 값에 근거하여 노광장치본체의 중력중심위치 (6) 에서의 6 자유도방향의 진동을 구하고, 이 6 자유도방향의 진동을 억제하기 위한 피드백 신호를 각 액추에이터에 부여하고 있으므로, 단순히 가속도센서의 값을 대입하는 위치에 배치된 액추에이터에 피드백하는 것과 다르게, 보다 유효하게 잔류진동을 억제할 수 있다.

그러나, 본 제 2 실시예에서는, 이 잔류진동이 완전히 억제되기 전에서도, 고정밀도의 노광이 가능하다. 즉, 진동제어용 회로 (154) 내에는, 상기와 같이, 상기 6 개의 가속도센서 (105X1, 105X2, 105Y1, 105Y2, 105Z1, 105Z2) 의 출력에 근거하여, 소정의 매트릭스 연산을 실시하므로써, 고정경 (144) 을 기준으로 한 XY 방향의 2 자유도방향의 진동을 구하는 고정경기준의 연산회로 (154B) 가 설치되어 있고, 이 연산회로 (154B)에서 연산된 고정경 (144) 의 위치에서의 XY 2 자유도방향의 진동이 레티클 스테이지 제어용 회로 (148) 에 피드백되어 있으므로, 레티클 스테이지 제어용 회로 (148) 에 의해, 이 진동을 고려한 레티클 스테이지 (127) 의 제어가 실시된다. 따라서, 진동이 XY 방향으로 있어도, 레티클 (R) 이 웨이퍼 (W) 에 전사되는 위치가 변동하지 않게 된다.

이상 설명한 바와 같이, 본 제 2 실시예의 투영노광장치 (100) 에 의하면, 6 개의 가속도센서 (105X1, 105X2, 105Y1, 105Y2, 105Z1, 105Z2) 의 출력에 근거하여, 진동제어용 연산회로 (154) 내에서 연산된 노광장치본체의 중력중심위치 (6) 에서의 6 자유도방향의 진동, 레티클용의 고정경 (144) 에서의 2 자유도방향의 진동을 이용하므로써, 액추에이터에 카운터포스를 피드포워드하여도 억제할 수 없었던 노광장치본체 (140) 의 잔류진동을 빨리 억제할 수 있고, 또 만약 잔류진동이 있어도 고정밀도의 노광이 가능하다는 효과가 있다.

또한, 상기 제 2 실시예에서는, 진동센서로서 6 개의 가속도센서를 노광장치본체에 설치하는 경우를 설명했는데, 이것 대신 또는 이것과 함께, 위치센서 (정전용량변위센서, 과전류변위센서 등) 나, 속도센서 등을 진동센서로 설치하여도 된다.

또, 상기 제 2 실시예에서는, 진동제어용 회로 (154)에서, 노광장치본체 (140) 의 중력중심위치 (6) 에서의 6 자유도방향의 진동을 구하는 경우에 대하여 설명했는데, 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니며, 진동제어용 회로 (154) 에 의해 6 개의 가속도센서의 출력에 근거하여, 진동중심으로서의 관성축 중첩에서의 3 자유도, 또는 6 자유도방향의 진동을 구하도록 하여도 된다. 여기에서 관성축이란, 노광장치본체가 갖는 회전하기 쉬운 3 방향의 축이다.

또한, 상기 제 2 실시예에서는, 가속도센서의 출력에 근거하여, 진동제어용 회로 (154)에서 레티클용의 고정경 (144) 에서의 2 자유도방향의 진동을 구하는 경우에 대하여 설명했는데, 이것에 한정되지 않고, 웨이퍼용의 고정경에서의 2 자유도방향의 진동을 구하여 웨이퍼 스테이지 제어용 회로에 피드백 신호를 부여하도록 하여도 되며, 또는 레티클용 및 웨이퍼용의 양방의 고정경에서의 2 자유도방향의 진동을 구하여 양스테이지 제어용 회로에 피드백 신호를 부여하도록 하여도 된다.

또, 상기 제 2 실시예에서는, 진동제어용 회로 (154)에서, 투영광학계 (PL) 의 외주면에 고정된 고정경 (144) 의 위치에서의 2 자유도방향의 진동을 구하는 경우에 대하여 설명했는데, 제 3 반사경 (고정경) 의 설치장소는, 이것에 한정되지 않고, 노광장치본체의 진동이 간접계의 계측치에 영향을 주는 장소이면 어디에 설치하여도, 본 발명은 충분히 효과를 발휘할 수 있다.

또한, 상기 제 2 실시예에서는, 본 발명이 스텝·앤드·스캔 형의 투영노광장치에 적용된 경우에 대하여 설명했는데, 본 발명의 적용범위가 이것에 한정되지 않으며, 적어도 하나의 이동 스테이지가 노광장치 본체에 탑재되어 있으면 본 발명은 적용할 수 있고, 예를 들면, 스텝·앤드·리프트 방식의 축소 투영노광장치 (소위 스테퍼) 에도 적합하게 적용할 수 있다.

또, 상기 제 2 실시예에서는, 웨이퍼 스테이지, 레티클 스테이지의 측면을 경면가공하여 반사면을 형성한 경우에 대하여 설명했는데, 이것에 한정되지 않으며, 웨이퍼 스테이지, 레티클 스테이지에 반사경으로서 이동경을 따로 설치하여도 되는 것은 물론이다.

상기 제 2 실시예의 노광장치는, 스테이지 (127) 에 올려진 마스크 (R) 의 패턴을 투영광학계 (PL) 를 통하여 제 2 스테이지 (120) 에 올려진 기판 (W) 상에 전사하는 투영노광장치로, 상기 제 1 스테이지 (127) 및 상기 제 2 스테이지 (120) 중의 적어도 일방에 대하여 이동신호를 출력하는 스테이지 이동신호 출력수단 (142) 과; 상기 이동신호에 근거하여, 상기 스테이지를 제어하는 스테이지 제어수단 (148) 과; 상기 제 1 스테이지 (127) 및 제 2 스테이지 (120) 가 탑재된 노광장치본체 (140) 의 진동을 검출하는 진동센서 (105Z1, 105Z2, 105Y1, 105Y2, 105X1, 105X2) 와; 상기 노광장치본체 (140) 에 설치된 적어도 1 개의 액추에이터 (4A ~ 4D, 32A ~ 32D) 와; 상기 노광장치본체 (140) 의 진동을 억제하도록 상기 액추에이터의 구동을 제어하는 구동제어수단 (111) 과; 상기 이동신호에 근거하여, 상기 노광장치본체 (140) 의 변동에 대한 카운터포스를 연산하고, 상기 구동제어수단 (111) 에 피드포워드 입력하는 카운터포스 연산수단 (152) 과; 상기 진동센서의 검출결과에 근거하여, 상기 구동제어수단 (111) 에 부여하는 액추에이터 구동용 피드백 신호와, 상기 패턴이 상기 기판 (W) 에 전사되는 위치가 변동하지 않도록, 상기 스테이지 제어수단 (148) 에 부여하는 스테이지용 피드백 신호를 연산하는 진동제어용 연산수단 (154) 을 갖는 노광장치로, 스테이지 이동신호 출력수단으로부터 제 1 스테이지 및 제 2 스테이지 중의 적어도 일방에 대하여는 이동신호가 출력되면, 이 이동신호에 근거하여 스테이지 제어수단에 의해 대응하는 스테이지가 제어된다. 이 때, 카운터포스 연산수단에 의해, 이동신호에 근거하여 노광장치본체의 변동에 대한 카운터포스의 지령치가 연산되고, 구동제어수단에 피드포워드 입력된다. 이 때문에, 상기의 스테이지 제어수단에 의한 제어에 근거하여 스테이지가 이동할 때에 노광장치본체에 발생하는 진동은, 대부분, 카운터포스의 지령치에 근거하여 구동제어수단에 의해 그 구동이 제어된 액추에이터가 말하는 카운터포스에 의해 억제된다. 이 카운터포스로 완전히 억제할 수 없었던 노광장치본체의 진동 (잔류진동) 이 진동센서에서 의해 검출된다. 그리고, 진동제어용 연산수단에서는, 진동센서의 검출결과에 근거하여, 구동제어수단에 부여하는 액추에이터 구동용 피드백 신호와, 패턴이 기판에 전사되는 위치가 변동하지 않도록, 스테이지 제어수단에 부여하는 스테이지용 피드백 신호를 연산한다. 이로써, 구동제어수단에 의해 액추에이터 구동용 피드백 신호에 근거하여 액추에이터가 구동되고, 잔류진동이 제진될과 동시에, 스테이지 제어수단에 의해 스테이지용 피드백 신호에 근거하여 패턴이 기판에 전사되는 위치가 변동하지 않도록 스테이지가 구동된다.

또, 이 제 2 실시예에서는, 구동센서의 검출결과에 근거하여, 각 액추에이터 구동용의 피드백 신호를 부여하도록 했으므로, 노광장치본체의 잔류진동을 억제할 수 있고, 또, 패턴이 기판에 전사되는 위치가 변동하지 않는 스테이지용 피드백 신호를 부여하고 있기 때문에, 노광장치본체에 완전히 억제할 수 없는 잔류진동이 있어도, 마스크의 패턴이 기판상에서는 완전히 정지하고 있는 것처럼 스테이지가 이동한다. 이 때문에 고정밀도의 노광이 가능해지고, 이것은 처리량 (throughput) 의 향상에 이여진다.

또한 본 제 2 실시예에서는, 상기 제 1 스테이지 (127) 에 설치된 제 1 반사경 (127a) 과, 상기 제 2 스테이지 (120) 에 설치된 제 2 반사경 (120a) 과, 상기 노광장치본체 (140) 에 상기 스테이지 외의 고정부에 고정된 제 3 반사경 (144, 146) 과, 상기 제 1 반사경 (127a) 또는 상기 제 2 반사경 (120a) 및 상기 제 3 반사경 (144, 146) 에 광을 조사하여 상기 제 1 스테이지 (127) 또는 상기 제 2 스테이지 (120) 의 위치를 계측하는 간접계 (130x, 130y, 131x, 131y) 를 추가로 갖는 경우에는, 상기 진동제어용 연산수단 (154) 은, 상기 제 3 반사경위치 (144, 146) 의 수평면내 2 차원 방향의 진동상태를 연산하고, 이 진동상태를 상기 제 1 스테이지 (127) 및 제 2 스테이지 (120) 중의 적어도 일방의 제어용으로서 상기 스테이지 제어수단 (148) 에 피드백하도록 하는 것이 바람직하다. 이와 같이 하면, 진동제어용 연산수단에 의해, 제 3 반사경위치의 수평면내 2 차원 방향의 진동상태가 연산되며, 이 진동상태가 제 1 스테이지 및 제 2 스테이지 중의 적어도 일방의 제어용으로서 스테이지 제어수단에 피드백되므로, 간접계에 의한 제 1 스테이지 또는 제 2 스테이지의 위치계측치에 제 3 반사경위치의 진동에 기인하는 오차가 포함되어 있어도, 스테이지 제어수단에서는 상기의 피드백 신호에 근거하여 그 오차를 상쇄한 정확한 스테이지의 위치 제어가 가능해진다. 따라서, 패턴이 기판에 전사되는 위치가 변동되지 않는 스테이지 제어가 용이해진다.

또, 상기 제 2 실시예에서는, 상기 진동제어용 연산수단 (54) 은, 상기 노광장치본체 (40) 의 진동중심에서의 3 자유도 이상의 자유도방향의 진동상태를 연산하고, 이 진동상태를 상기 구동제어수단 (11) 에 피드백하는 구성이 되어 있다. 이와 같이 하면, 진동제어용 연산수단에서는, 진동센서의 검출결과에 근거하여 노광장치본체의 진동중심에서의 3 자유도 이상의 자유도방향의 진동상태를 연산하고, 이 진동상태를 구동제어수단에 피드백하기 때문에, 이 피드백 신호에 근거하여 각 액추에이터가 구동되므로써, 잔류진동이 한층 신속하게 억제된다.

따라서, 상기 진동중심으로서, 노광장치본체의 중심, 관성주축 중심을 대표적으로 들 수 있다.

상기 제 1 실시예에, 제 2 실시예의 진동억제기구, 액추에이터 (132), 가속도센서 (105), 제어장치 (142), 레티클 스테이지 제어용 회로 (148), 웨이퍼 스테이지 제어회로 (150), 카운터포스 연산회로 (152), 진동제어용 회로 (154), 액추에이터 제어회로 (111) 등을 편성하고, 동시사용하므로써, 장치에 발생한 진동에 기인하는 노광장치불량을 더욱 억제하고, 보다 고정밀도인 투영노광을 실현할 수 있다.

발명의 효과

이상 설명한 바와 같이, 본 발명에 의하면, 노광장치본체의 진동에 기인하는 마스크와 감응기관의 위치어긋남에 의한 노광불량의 발생을 억제할 수 있다는 효과가 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

마스크에 형성된 패턴을 감응기관 상에 노광하는 노광장치에 있어서,

본체와 ;

상기 본체에 대하여 이동가능하고 또한 상기 마스크를 탑재하도록 구성된 제 1 스테이지와 ;

상기 본체에 대하여 이동가능하고 또한 상기 감응기관을 탑재하도록 구성된 제 2 스테이지와 ;

상기 감응기관을 또는 감응기관의 위치를 계속하는 계속수단과 ;

상기 본체의 진동을 계속하는 진동센서와 ;

상기 진동센서의 계속치와 상기 계속수단의 계속치에 근거하여, 상기 마스크 또는 감응기관의 위치를 제어하는 위치제어장치를 갖는 것을 특징으로 하는 노광장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 위치제어장치가 상기 진동센서로부터 피드포워드 입력되는 계속치와 상기 계속수단의 계속치에 근거하여 상기 제 1 또는 제 2 스테이지를 제어하는 것을 특징으로 하는 노광장치.

청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서, 상기 제 1 스테이지 및 제 2 스테이지가, 상기 위치제어장치에 의해 상기 투영광학계에 대하여 소정의 속도비로 상대주사되는 것을 특징으로 하는 노광장치.

청구항 4

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서, 상기 제 1 및 상기 제 2 스테이지 중의 적어도 일방은, 조동 스테이지와 이 조동 스테이지 상을 상대이동하는 미동 스테이지로 이루어지고,

상기 위치제어장치는, 진동센서로부터 피드포워드 입력되는 계속기와 상기 계속수단의 계속치에 근거하여 상기 미동 스테이지의 위치를 제어하는 것을 특징으로 하는 노광장치.

청구항 5

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서, 상기 본체는, 마스크 상의 패턴을 감응기관 상에 투영하는 투영광학계를 가지며, 상기 진동센서는 상기 투영광학계의 진동을 계속하는 것을 특징으로 하는 노광장치.

청구항 6

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서, 상기 진동센서는 가속도계인 것을 특징으로 하는 노광장치.

청구항 7

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 본체에 설치된 1 개 이상의 액추에이터와 ;

상기 본체의 진동을 억제하도록 상기 액추에이터의 구동을 제어하는 구동제어수단과 ;

상기 이동신호에 근거하여, 상기 본체의 변동에 대한 카운터포스를 연산하고, 상기 구동제어수단에 피드포워드 입력하는 카운터포스 연산수단과 ;

상기 진동센서의 검출결과에 근거하여, 상기 구동제어수단에 부여하는 액추에이터 구동용 피드백 신호와, 상기 패턴이 상기 기관에 전사되는 위치가 변동하지 않도록, 상기 위치제어수단에 부여하는 스테이지용 피드백 신호를 연산하는 진동제어용 연산수단을 더 갖는 것을 특징으로 하는 노광장치.

청구항 8

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서, 상기 제 1 스테이지에 설치된 제 1 반사경과, 상기 제 2 스테이지에 설치된 제 2 반사경과, 상기 본체에 고정된 제 3 반사경과, 상기 제 1 반사경 또는 제 2 반사경 및 제 3 반사경에 광을 조사하여 상기 제 1 스테이지 또는 상기 제 2 스테이지의 위치를 계속하는 간섭계를 더 가지며,

상기 진동제어용 연산수단은, 상기 제 3 반사경위치의 수평면내 2 차원 방향의 진동상태를 연산하고, 이 진동상태를 상기 제 1 스테이지 및 제 2 스테이지 중의 적어도 일방의 제어용으로서 상기 스테이지 제어수단에 피드백하는 것을 특징으로 하는 노광장치.

청구항 9

제 7 항에 있어서, 상기 진동제어용 연산수단은, 상기 본체의 진동중심에서의 3 자유도 이상의 자유도방향의 진동상태를 연산하고, 이 진동상태를 상기 구동제어수단에 피드백하는 것을 특징으로 하는

노광장치.

청구항 10

제 1 스테이지에 탑재된 마스크 상의 패턴을 제 2 스테이지에 탑재하고 있는 감응기관 상에 노광하는 노광방법에 있어서,

상기 마스크 또는 감응기관의 위치를 계속하고, 제 1 데이터를 출력하는 공정과,

상기 마스크 또는 상기 감응기관을 탑재하는 본체의 진동을 계속하고, 제 2 데이터를 출력하는 공정과,

상기 제 1 및 제 2 데이터를 근거로하여, 상기 마스크 또는 감응기관을 제어하는 공정을 포함하는 것을 특징으로 하는 노광방법.

청구항 11

제 10 항에 있어서, 상기 계속공정에서 출력된 이동신호에 근거하여 상기 본체의 변동에 대한 카운터포스를 연산하고, 장치본체에 설치된 액추에이터의 구동을 제어하는 구동제어수단에 피드포워드 입력하는 공정과;

상기 진동센서의 검출결과에 근거하여, 상기 구동제어수단에 부여하는 액추에이터 구동용 피드백 신호와, 스테이지를 구동하는 구동수단에 부여하기 위한 스테이지용 피드백 신호를 연산하고, 이들 신호에 근거하여, 상기 패턴이 상기 기관에 전사되는 위치가 변동되지 않도록 스테이지를 구동하여 노광을 실시하는 공정을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 노광방법.

청구항 12

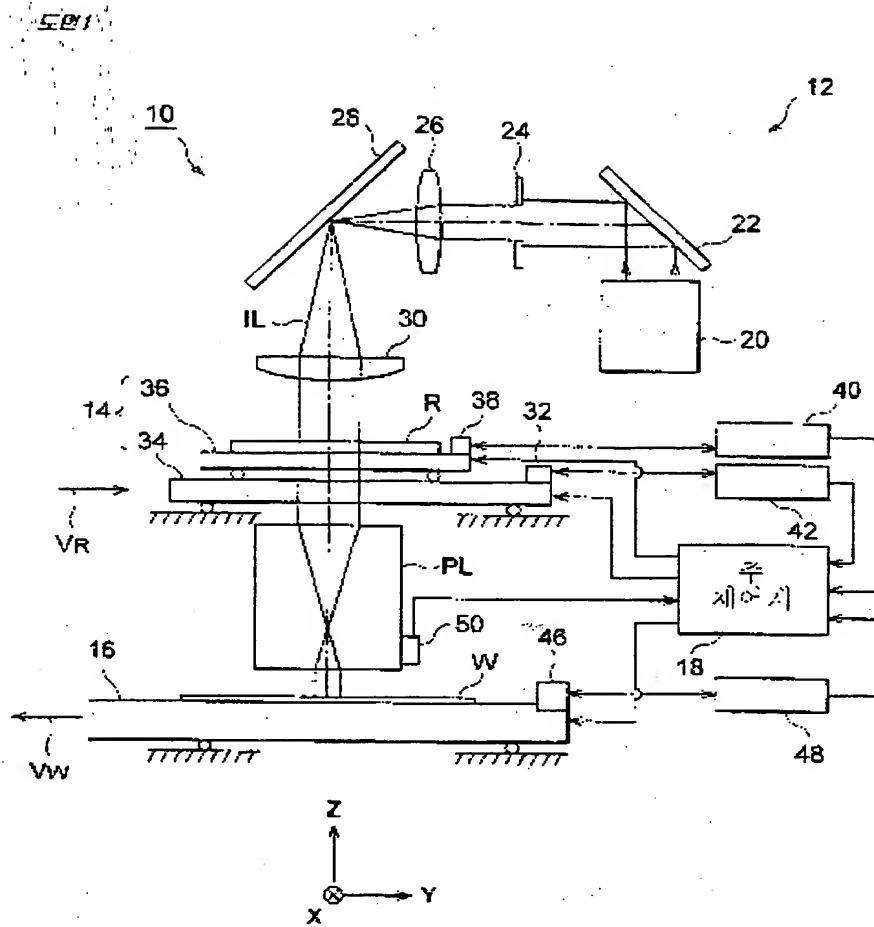
제 3 항에 있어서, 상기 제 1 및 상기 제 2 스테이지 중의 적어도 일방은, 조동 스테이지와 이 조동 스테이지 상을 상대이동하는 미동 스테이지로 이루어지고,

상기 위치제어장치는, 진동센서로부터 피드포워드 입력되는 계속기와 상기 계속수단의 계속치에 근거하여 상기 미동 스테이지의 위치를 제어하는 것을 특징으로 하는 노광장치.

청구항 13

제 8 항에 있어서, 상기 진동제어용 연산수단은, 상기 본체의 진동중심에서의 3 자유도 이상의 자유도방향의 진동상태를 연산하고, 이 진동상태를 상기 구동제어수단에 피드백하는 것을 특징으로 하는 노광장치.

도면



도면2

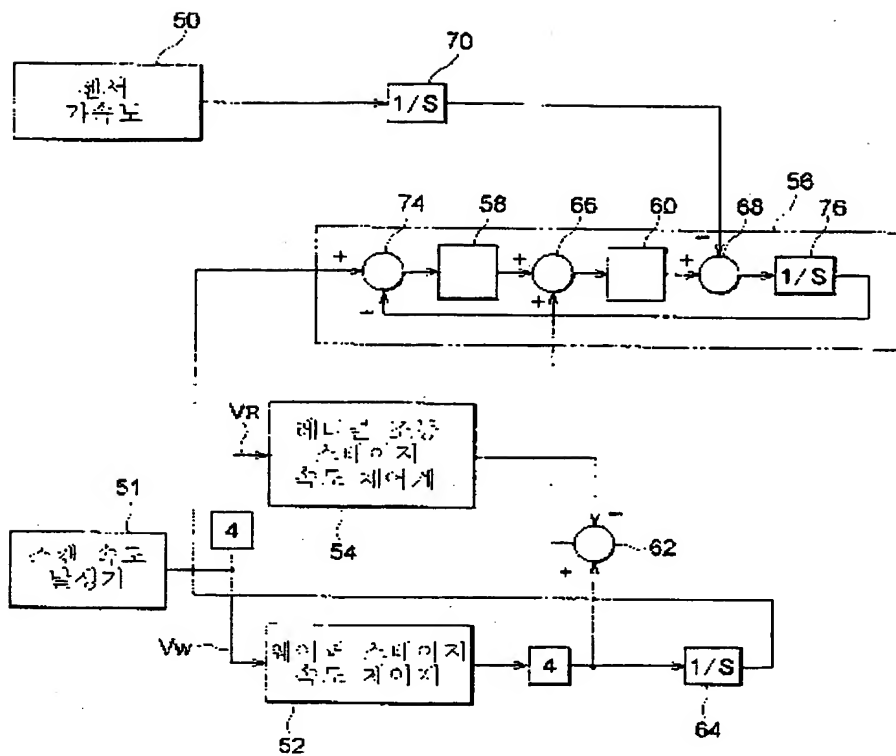
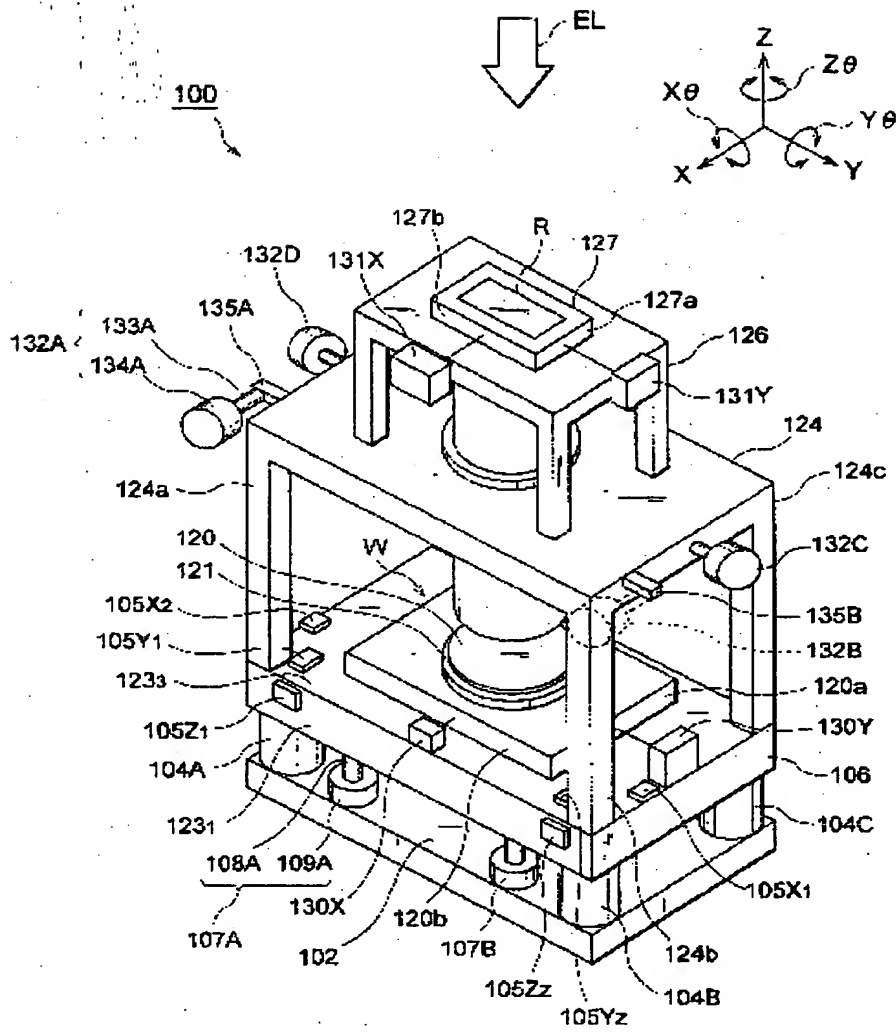
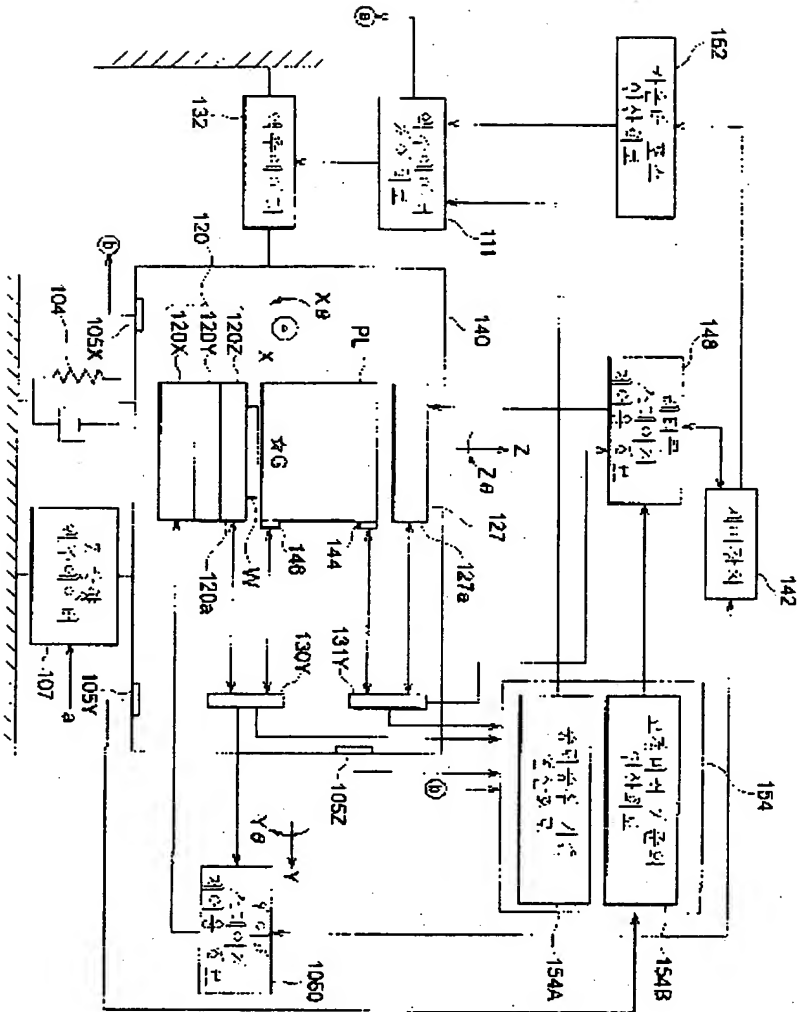
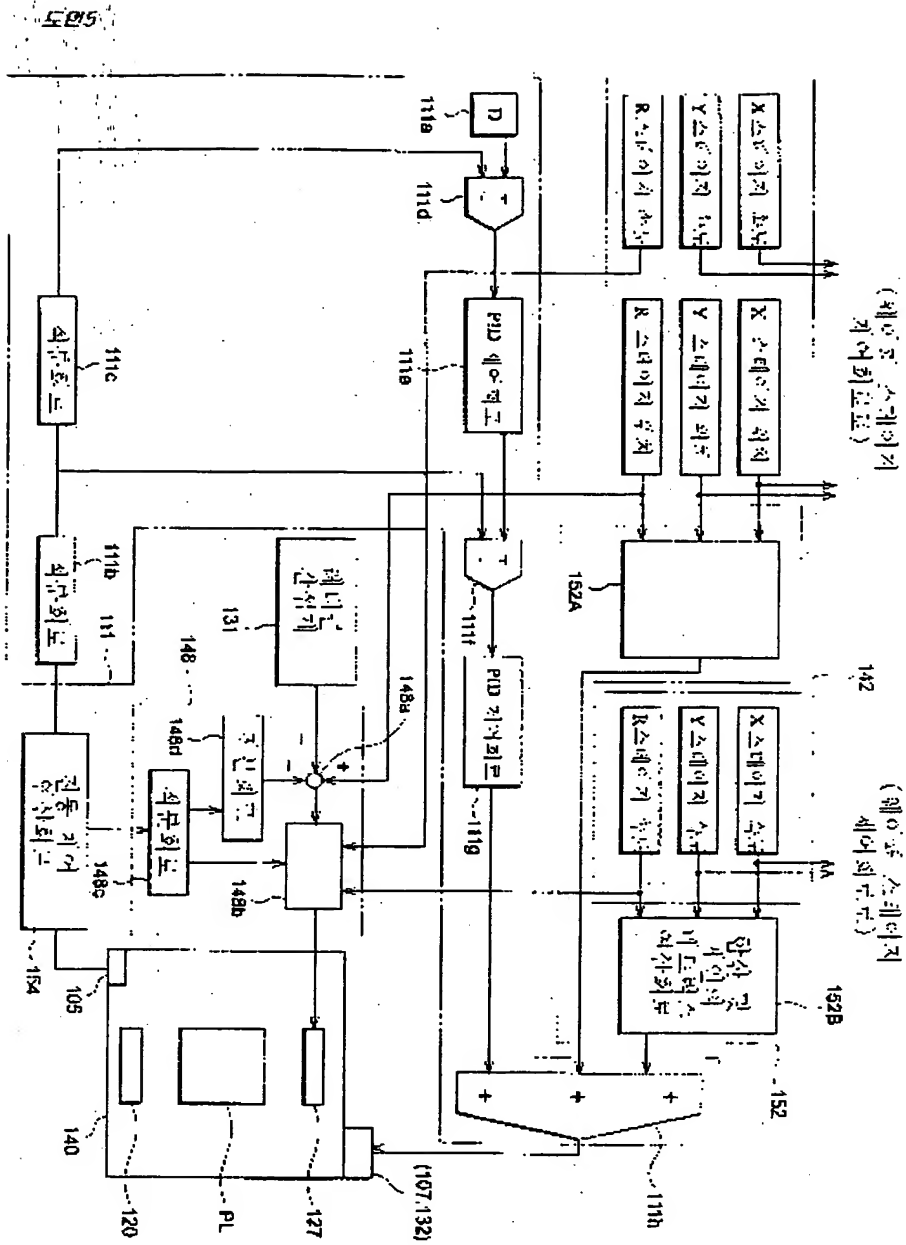


図3



도면 4





**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☒ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.